

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-054889

(43)Date of publication of application : 22.02.2000

(51)Int.Cl.

F02D 41/04  
 F02D 13/02  
 F02D 45/00  
 F02M 25/07  
 F02P 5/152  
 F02P 5/153

(21)Application number : 10-227835

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 12.08.1998

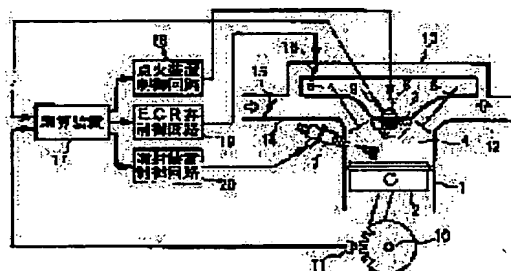
(72)Inventor : HOSHINO MASATOSHI  
 KURIHARA NOBUO  
 OSUGA MINORU  
 NOGI TOSHIJI  
 TAKAKU YUTAKA

## (54) ENGINE COMBUSTION CONTROL DEVICE

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To improve the combustion state with a small calculation quantity on the basis of the heat generating ratio of each cylinder under operation by operating the width or peak position of the waveform of a combustion pattern to directly control the combustion period having a great influence on the engine performance every cylinder.

**SOLUTION:** The ratio of the air passed through a throttle valve 15 to reflux gas is regulated by an EGR valve 16, and the signals of a cylinder internal pressure sensor 9 and a rotation sensor 11 mounted on a crank shaft 10 are inputted to an arithmetic device 17. The arithmetic device 17 outputs a command to an ignition device control circuit 18, an EGR control circuit 19 and an injection device control circuit 20 on the basis of these signals. An ignition device 8 and a fuel injection device 7 control the width or peak position of the waveform of a combustion pattern and the combustion period having a great influence on the engine performance every cylinder to make the torque or fuel consumption optimum.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

10.12.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the  
 examiner's decision of rejection or application converted  
 registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of  
 rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開 2000-54889

(P 2000-54889 A)

(43) 公開日 平成12年2月22日(2000.2.22)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード* (参考)
F 0 2 D 41/04	3 3 0	F 0 2 D 41/04	3 3 0 J 3G022
	3 2 0		3 2 0 3G062
	3 3 5		3 3 5 J 3G084
13/02		13/02	G 3G092
45/00	3 6 8	45/00	3 6 8 S 3G301
審査請求 未請求 請求項の数 8		OL	(全 1 0 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平10-227835

(22) 出願日 平成10年8月12日(1998.8.12)

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 星野 雅俊

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所日立研究所内

(72) 発明者 栗原 伸夫

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所日立研究所内

(74) 代理人 100068504

弁理士 小川 勝男

最終頁に続く

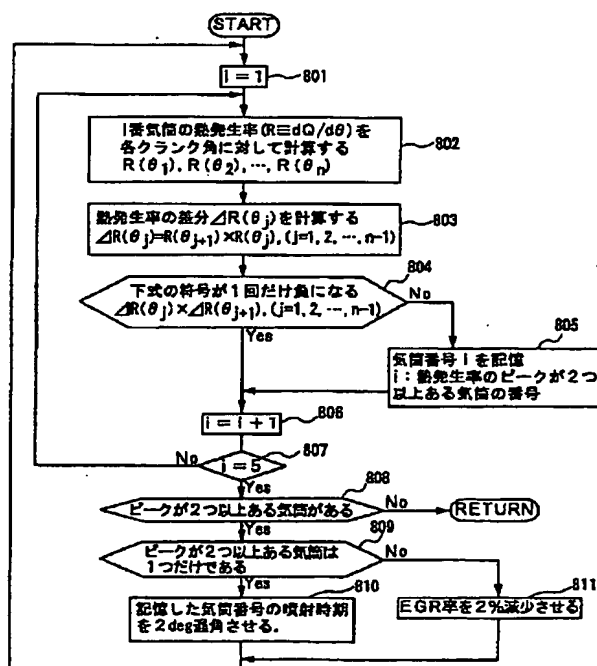
(54) 【発明の名称】 エンジン燃焼制御装置

(57) 【要約】

【課題】 エンジンの燃費向上・排気浄化のため気筒内の燃焼圧力を検出し、排気還流率、点火時期および燃料噴射時期あるいは吸気行程の噴射率を制御して最適な燃焼が得られるようにする。

【解決手段】 エンジンの燃焼に伴う気筒内圧力を検出する筒内圧力検出手段と、前記筒内圧力検出手段よりの出力に基づき気筒のクランク軸の角度に対する熱発生率を算定する手段とを有し、前記熱発生率算定手段とにより求められた気筒内燃焼状態パターンを予め定められた波形パターンになるように点火時期、燃料噴射時期は、EGR制御量等燃焼に関与する制御量を制御する。

図 8



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 エンジンの燃焼に伴う気筒内圧力を検出する筒内圧力検出手段と、前記筒内圧力検出手段よりの出力に基づき気筒のクランク軸の角度に対する熱発生率を算定する手段と、前記熱発生率算定手段とにより求められた気筒内燃焼状態パターンを予め定められた波形パターンになるように点火時期または、燃料噴射時期または、吸気行程における燃料噴射量の割合または、気筒内ガス流動制御量または、EGR制御量または、吸気バルブタイミング制御量または、排気バルブタイミング制御量の少なくともいずれかに関する値を制御する制御手段を有することを特徴とするエンジン燃焼制御装置。

【請求項 2】 請求項 1 に記載のエンジン燃焼制御装置において、前記制御手段による燃焼状態制御は前記エンジンの燃焼安定性に関する指標値が予め定められた所定値よりも良好な値を示す指標値範囲にある間実施することを特徴とするエンジン燃焼制御装置。

【請求項 3】 請求項 1 に記載のエンジン燃焼制御装置において、前記筒内燃焼状態波形パターンが予め定める定常運転状態範囲内にあるときに、前記筒内圧力検出手段よりの信号波形を所定回転毎に所定クランク角度ずつずらしてサンプリングすると共に、前記エンジンの点火時期から所定角度分の前記波形パターンを全体として再構成することを特徴とするエンジン燃焼制御装置。

【請求項 4】 請求項 3 に記載のエンジン燃焼制御装置において、前記筒内燃焼状態波形パターンは、前記エンジンがアイドル状態にあるときにサンプリングすることを特徴とするエンジン燃焼制御装置。

【請求項 5】 請求項 3 に記載のエンジン燃焼制御装置において、前記筒内燃焼状態波形パターンは、前記アイドル状態にあるときのサンプリングに基づき予め定常運転状態相当とすることを特徴とするエンジン燃焼制御装置。

【請求項 6】 請求項 1 に記載のエンジン燃焼制御装置において、前記予め定められた波形パターンは、アイドル状態にあるときと予め定めた定常運転範囲内にあるときとではそれぞれ別に有することを特徴とするエンジン燃焼制御装置。

【請求項 7】 請求項 1 に記載のエンジン燃焼制御装置において、前記予め定められた波形パターンはピーク位置に対して左右対称であることを特徴とするエンジン燃焼制御装置。

【請求項 8】 請求項 7 に記載のエンジン燃焼制御装置において、前記予め定められた波形パターンは、ピーク位置がクランク軸の角度で上死点後 3 度から 15 度であり、前記パターンが所定値以上である幅がクランク軸の角度で上死点後 20 度から 40 度であることを特徴とするエンジン燃焼制御装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は燃費を向上し、排気中の規制対象成分を抑えるため、気筒内の燃焼圧力を検出し、排気還流率、点火時期および燃料噴射時期あるいは吸気行程の噴射率を制御して最適な燃焼が得られるようにした内燃機関の制御装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 自動車の燃費や排気ガスに対する法規制は、各国で年々厳しさを増してきている。このためその時々運転状態に応じて点火時期や燃料量をマイクロコンピュータにより制御することが一般化している。

【0003】 ポート噴射のエンジンでトルクや燃料消費率を最良するには、点火時期を適当に制御して最大筒内圧を与えるクランク軸の角度が上死点後 12 度になるようにすればよいことが知られている（藤井、河合ほか、「火花点火機関における最適点火時期フィードバック制御方式」、自動車技術会学術講演会前刷集 954（1995））。（以下、「従来技術 1」という。）

また、特開平 3-233162 号公報には筒内圧センサの出力に基づき熱効率を求め、EGR 率、点火時期、燃料供給量を制御することによりエンジンの効率が大きい領域で運転することについての記載がある。（以下、「従来技術 2」という。）また、特開平 3-246352 号公報には筒内圧センサの出力に基づきエンジンの熱発生量とピーク位置から仕事量相当値を演算することにより失火等の燃焼状態を高精度に検出することについての記述がある。（以下、「従来技術 2」という。）

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、従来技術 1 に記載の発明は筒内圧力のピーク位置を制御するものであり、また、従来技術 2 に記載の発明はエンジンの熱効率、すなわち熱発生量と熱損失量との関係に基づいた方式であり、また、従来技術 3 に記載の発明は燃焼行程での平均仕事量を熱発生量から求めるものである。いずれの従来技術も燃焼状態を表す波形パターンである熱発生率そのものに関するものではない。エンジン性能を大きく左右する燃焼期間を制御するにはクランク角度に対する熱発生率すなわち燃焼パターンの波形の広がり幅やピーク位置を操作することが重要になるが、前記従来技術はいわばこれらを間接的手段により操作することで対応するものであり、必ずしも最適な制御が可能なわけではないという問題があった。

【0005】 本願発明は上記従来技術の問題を解決するためになされたものであって、前記熱発生率の波形パターンを直接的に整形する方式である。したがって、操作量とパターン整形との関係を明確に関係付け、波形の広がりやピーク位置を別々に制御することにより、少ない計算量で最適な燃焼制御が可能となる。

【0006】 図 2（b）の A に示すように点火直後の燃焼速度が速くいわゆる後燃えのあるものや B のように燃焼期間が短くピークが高いもの、あるいは C のように熱

発生率のピークが二回以上あるものは熱効率が低下し燃費が悪化する。また、規制対象のNO<sub>x</sub>やHCの排出量も増加する。

【0007】この発明の目的は運転中に各気筒の熱発生率をもとに少ない計算量で燃焼状態を改善し、燃費・排気を最適にするエンジン燃焼制御装置を提供することである。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記目的はエンジンの燃焼に伴う気筒内圧を検出する筒内圧検出手段と、前記筒内圧検出手段よりの出力に基づき気筒のクランク軸の角度に対する熱発生率を算定する手段と、前記熱発生率算定手段とにより求められた気筒内燃焼状態パターンを予め定められた波形パターンになるように点火時期または、燃料噴射時期または、吸気行程における燃料噴射量の割合または、気筒内ガス流動制御量または、EGR制御量または、吸気バルブタイミング制御量または、排気バルブタイミング制御量の少なくともいずれかに関する値を制御する制御手段を有することを特徴とするエンジン燃焼制御装置によって達成できる。

【0009】

【発明の実施の形態】以下、本発明によるエンジン制御装置について図を用いて詳細に説明する。図1は本発明の一実施例で筒内噴射の4気筒エンジンの1気筒分である。このエンジン1にはピストン2とシリンダ3で構成\*

$$\frac{dQ(\theta)}{d\theta} = A \frac{K(\theta)}{K(\theta)-1} P(\theta) \frac{dV(\theta)}{d\theta} + \frac{A}{K(\theta)-1} V(\theta) \frac{dP(\theta)}{d\theta} \quad \dots (数1)$$

A: 熱の仕事当量, K(θ): 比熱比, V(θ): 行程容積, P(θ): 筒内圧

【0012】によって計算することができる。比熱比は空燃費によって決まり、クランク角度に関してはほぼ一定と考えることができる。また、行程容積やクランク角度についての微分値はエンジンの基本的な仕様から求められる。これらは演算装置17のROMにデータとして格納しておけば、筒内圧データから燃焼の指標としての熱発生率は簡単に計算できる。理想的な熱発生率のパターンは図2の(a)のように点火直後から滑らかに立ち上がりピークがTDC(上死点)からクランク角度で5~10度遅れ、爆発・燃焼の終了に伴って低下する。左右がほぼ対称で、燃焼期間を示すパターンの広がり20~30度程度がよい。しかし、筒内噴射エンジンでは燃焼速度が早く、図2の(b)のAのようにピーク位置が上死点より早くなることがある。そこで燃焼速度を遅らせ(a)のパターンに近づけるためEGRを使用するとCのように燃焼が二回に分かれてしまうことがあり、二回目の燃焼は有効な仕事にはならない。またBのようにピーク位置が適当であっても燃焼時間が短いと冷却損失が大きく、効率は悪化する。

【0013】そこで、図2(b)のパターンを理想的な

\*される燃焼室4があり、この燃焼室4には吸気弁5と排気弁6が装着されている。燃料噴射装置7は燃焼室4の内部にあり、主にエンジン1の圧縮行程で燃料を噴射する。燃焼室内の混合気は点火プラグ8によって点火される。シリンダ3には圧力を検出する筒内圧センサ9が備えてあり、多気筒エンジンでは気筒別の圧力を検出できるようにになっている。クランク軸10にはエンジン回転数を計測する回転センサ11が装着されている。燃焼室4から排気管12へ流れる排気の一部は環流路13を通して吸気管14に戻される。これにより燃焼速度と燃焼温度が低下し、NO<sub>x</sub>排出量を抑えることができる。スロットル弁15を通過した空気と環流ガスとの比率はEGR弁16で調節する。筒内圧センサ9とクランク軸10に取り付けた回転センサ11の信号は演算装置17に入力され、演算装置17はこれらの信号をもとに、点火装置制御回路18、EGR制御回路19および噴射装置制御回路20に指令を出す。点火装置8と燃料噴射装置7は気筒別に制御することができるが、EGRでは環流ガスを吸気管14が各気筒へ分岐する上流に戻すのでEGR率は全気筒、一律の制御になる。

【0010】図2にクランク角度からみた熱発生率の変化を示す。熱発生率は筒内圧センサの信号と行程容積から

【0011】

【数1】

(a)に近づけるための処理の概要を図3のフローチャートに示す。この処理は図1の演算装置17の中のROMに格納されたプログラムに基づいて実行するものである。基本的な考え方は、始めに熱発生率パターンをEGRを利用して全気筒一律に大まかに調整したあと、気筒毎に制御可能な点火時期や噴射時期を用いて気筒による差を吸収するというものである。まず、ステップ301ではEGRによって各気筒の熱発生率のピーク位置を例えば上死点后5~10度に移動させる。この処理の結果、熱発生率が図2(b)のCのようにピークを2つ持つパターンになった場合、ステップ302でEGRと噴射時期を調整し、ピークが1つの左右対称な形に整形する。次に、ステップ303では点火時期を気筒別に制御し、各気筒のピーク位置を最適化する。最後に、ステップ304では噴射時期と吸気行程噴射率の調整によって各気筒の燃焼期間を最適化し、図2(a)のようなパターンを得る。また、熱発生率の理想的なパターンはエンジンの回転数や負荷によって若干異なるので理想的なパターンは数種類用意しておき運転状態に応じて切り換える。

【0014】図4は、ある気筒における熱発生率のピーク位置を計算する方法を示すフローチャートである。ステップ401では筒内圧センサの出力を、点火直後 $\theta_1$ から爆発が終わって圧力が低下するとき $\theta_n$ まで、クランク角度に同期してサンプリングし、 $P(\theta_1)$ 、 $P(\theta_2)$ 、 $\dots$ 、 $P(\theta_n)$ を得る。一例として、 $n$ は10、 $\theta_n$ は点火後60度に設定する。次に、ステップ402では収集したサンプルデータを数1に当てはめて各サンプル角度に対する熱発生率 $R(\theta_1)$ 、 $R(\theta_2)$ 、 $\dots$ 、 $R(\theta_n)$ を計算する。ステップ403では求めた熱発生率の最大値を与えるクランク角度 $\theta_j$ を演算装置17に記憶する。エンジンは間欠燃焼であるため、同じ気筒であっても筒内圧は爆発毎に異なる。記憶したクランク角度 $\theta_j$ も雑音が重畳しており、一回の測定では十分な精度が得られないため、例えば10爆発分の移動平均をピーク位置とする(ステップ404)。また、燃焼期間もピーク位置と同様にクランク角度に同期してサンプリングした筒内圧 $P(\theta_1)$ 、 $P(\theta_2)$ 、 $\dots$ 、 $P(\theta_n)$ から求める。これらを数1に当てはめて各サンプル角度に対する熱発生率 $R(\theta_1)$ 、 $R(\theta_2)$ 、 $\dots$ 、 $R(\theta_n)$ を計算する。結果が一定値以上になるクランク角度の範囲を燃焼期間とする。この場合も移動平均をとって爆発毎の差異の影響を除去する。

【0015】熱発生率をパターンとして求めるためには筒内圧のデータが1爆発について少なくとも10回程度は必要になる。1爆発の燃焼期間は30度程度であり時間に換算すると600rpmのアイドルでも約8.3ms程度である。演算装置17の性能によっては爆発毎に筒内圧センサの出力を10個以上サンプリングした上で熱発生率のピーク位置を計算するのは困難なことがある。そこで図5に示すように1爆発について一回だけサンプリングし、サンプリングするタイミングを少しずつ遅くすることによって等価的に1つの爆発の筒内圧データをサンプリングすることができる。図5で $n=10$ とすると10爆発で等価的に1つの爆発のデータがサンプリングできるので計算の負荷が $1/10$ に減少する。しかし、エンジンの過渡状態では誤差が大きくなるので、アイドル時や車速が一定であるときなど、エンジンの回転や負荷の変化が少ないときを選べば、精度低下は少なくなる。また、処理を簡略化するため筒内圧データのサンプリングと熱発生率の最適化はアイドル時や所定の運転状態に限定する方法もある。この場合、最適化したときの運転状態と異なる運転状態では誤差が多少増加する。

【0016】以下では図3のフローチャートで示した熱発生率を最適化する方法を順に具体的に述べる。

【0017】図6にEGR制御のフローチャートを示す。この処理は、図2(b)のAの燃焼速度が速すぎるパターンをEGR率を少しずつ大きくすることで燃焼速度を遅らせることが目的である。ここでは4気筒エンジンを仮定し、1気筒ずつ筒内圧から回転変動と熱発生率

のピーク位置を計算する。ステップ601は初期化であり、1気筒ずつ以下の処理をする。EGR率を増やし燃焼速度は遅らせることができるが図7に示すように、気筒によって異なるが筒内圧変動も増加する。変動が最も大きい気筒が、運転性、乗りごころなどから決めた変動限界を超えない範囲でEGR率を増やす。また、筒内圧の変動はエンジンの回転変動としても測定できるので、クランク軸に取り付けた回転センサから変動を計算してもよい。ステップ602で筒内圧変動を評価して、所定値以上であればただちにこの処理を終わる。ステップ603では熱発生率パターンのピーク位置を計算する。ピーク位置が上死点后8度以上であればただちにこの処理を終わる(ステップ604)。ステップ605は次の気筒の評価に移るための処理である。全ての気筒の熱発生率パターンのピーク位置が上死点后例えば8deg以内であれば(ステップ606)、燃焼速度を遅らせるためにステップ607でEGR率を、例えば2%上げ、以上の処理を繰り返す。

【0018】上記EGR制御の結果、図2(b)のCのようにピークが2つになった場合、図8のフローチャートで示す処理により、熱発生率のパターンを整える。ステップ801は初期化であり、1気筒ずつ以下の処理をする。まず、ステップ802で熱発生率を各クランク軸角度に対して計算する。ステップ803ではこれらのクランク軸角度に関する差分を計算する。ステップ804では前記差分の符号の変化を数える。すなわち、クランク軸角度に関して隣り合う差分を乗じ、結果が負であれば差分の符号変化に対応する。符号変化が複数個つまり熱発生率のピークが複数個あればステップ805でその気筒番号をメモリに記憶する。ステップ806で処理が次の気筒に移る。全ての気筒に対して熱発生率のピークの数一数え(ステップ807)、各気筒のピークの数1つだけならこの処理を終わる(ステップ808)。ピークが2つ以上ある気筒が1つだけなら(ステップ809)、ステップ810でその気筒の噴射時期を、例えば2deg遅らせ、燃焼速度を上げることでピークを1つだけ持つパターンに整える。ピークが2つ以上ある気筒が2個以上あるときは気筒毎にパターンを整形するのは困難なので、ステップ811においてEGR率を、例えば2%減らして、全気筒の燃焼速度を一律に速める。これら一連の処理を所定の周期で繰り返す。

【0019】以上の処理で、各気筒の熱発生率のパターンは概ね図2(a)のような形に近づいたので、これからは気筒別にピーク位置や燃焼期間を制御してトルクや燃費が最適になるようにする。点火時期と噴射時期をパラメータとすると、各気筒の筒内圧の変動が一定になる等筒内圧変動線は図9のように描くことができる。気筒により燃料噴射装置などのばらつきにより、等筒内圧変動線の位置、大きさは異なるが、等筒内圧変動線の中心付近で運転すればエンジンの回転変動が最も少なく、ま

た熱発生率から見てもほぼ理想的なパターンになっている。初期状態では気筒や噴射装置の個体差は不明なので点火時期、噴射時期ともに全気筒同一の設定であるが、まず図9では点火時期を調節し、各気筒毎にそれぞれの等筒内圧変動線の中心に近づける。次に図10に示すように噴射時期を動かして燃焼期間を調整することにより、それぞれの等筒内圧変動線の中心付近で運転できるようにする。これにより図2(a)のような熱発生率のパターンを得ることができる。実際には点火時期や噴射時期をどのようにすれば筒内圧変動が少なくなるのかは明確ではないので、筒内圧変動を参照して点火時期や噴射時期を決めるのは困難である。そこで、気筒別に点火時期や噴射時期を操作して熱発生率のピーク位置や燃焼期間を所定のパターンに制御することで、燃費・排気が改善するとともに筒内圧変動も小さくなる。

【0020】図11は点火時期制御の手順を示すフローチャートである。ステップ1101は1気筒ずつ処理するための初期化である。ステップ1102では筒内圧変動が所定値より大きいときにはただちに処理を終了する。ステップ1103では熱発生率のピーク位置を計算する。その気筒のピークの位置が燃焼期間が適当な範囲にあればその気筒については何もしない(ステップ1104)。ピークの位置が遅いとき(ステップ1107)は、ステップ1108で点火時期を一定角度(例えば1deg)だけ進角し、逆に早すぎるときはステップ1106で一定角度(例えば1deg)だけ遅角する。この処理を繰り返すことによって、全気筒のピーク位置を適当な範囲に納めることができる。ステップ1109で次の気筒の処理に移る。全ての気筒に関してピーク位置が適当な範囲に入ると、ステップ1110を通過して処理が終了する。

【0021】燃焼期間と噴射時期との間には、図12のような単調な関係がある。図13のフローチャートに示した処理はこのことを利用して燃焼期間を調整するものである。ステップ1301は、1気筒ずつ処理するための初期化である。ステップ1302では筒内圧変動を評価し、所定値より大きいときには、ただちに処理を終了する。筒内圧変動が前記所定値以下であるとき、ステップ1303では各気筒の燃焼時間を、熱発生率が一定値以上であるクランク角度の期間として求める。得られた燃焼期間が適当な範囲にあればその気筒については何もしない(ステップ1304)。燃焼期間が短いとき(ステップ1305)は、ステップ1306でその気筒の噴射時期を一定角度(例えば1deg)だけ遅角し、長いときは(ステップ1307)ステップ1308で一定角度(例えば1deg)だけ進角する。この処理を繰り返すことによって全気筒の燃焼時間を適当な範囲に納めることができる。ステップ1309で次の気筒の処理に移る。全ての気筒の燃焼期間が適当な範囲に入るとステップ1310を通過して処理が終了する。

【0022】筒内噴射エンジンでは、燃費・排気や着火性の向上のため燃料の噴射を二回に分け、通常の圧縮行程に加えて吸気行程でも噴射することがある。1サイクルで噴射する燃料量のうち、吸気行程で噴射する燃料量の割合を吸気行程噴射率ということにすると、燃焼期間と吸気行程噴射率には、図14に示すような単調な関係がある。この関係に基づいて図15に示すような処理をする。ステップ1501は1気筒ずつ処理するための初期化である。ステップ1502では筒内圧変動を評価し、所定値より大きいときにはただちに処理を終了する。筒内圧変動が前記所定値以下であるとき、ステップ1503では各気筒の燃焼時間を熱発生率が一定値以上であるクランク角度の期間として求める。得られた燃焼期間が適当な範囲にあればその気筒については何もしない(ステップ1504)。燃焼期間が短いとき(ステップ1505)はステップ1506でその気筒の吸気行程噴射率を一定値(例えば5%)だけ増加し、長いときは(ステップ1507)、ステップ1508で一定角値(例えば5%)だけ減少する。この処理を繰り返すことによって、全気筒の燃焼期間を適当な範囲に納めることができる。ステップ1509で次の気筒の処理に移る。全ての気筒に関して燃焼期間が適当な範囲に入るとステップ1510を通過して処理が終了する。

#### 【0023】

【発明の効果】この発明によれば、クランク角度に対する熱発生率、すなわち燃焼パターンの波形の広がり幅やピーク位置を操作して、エンジン性能を大きく左右する燃焼期間を気筒毎に直接制御することができる。これにより、燃費や排気を改善し、またエンジンや気筒の個体差や経年変化等に対しても燃費や排気の悪化を防ぐことができ、最適な燃焼制御が実現できる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明によるエンジン燃焼制御装置の一実施形態を示すブロック構成図である。

【図2】燃焼の評価指標となる熱発生率をクランク角度毎にみたパターンである。

【図3】熱発生率を最適化する手順を説明するフローチャートである。

【図4】熱発生率のピーク位置を計算する手順を説明するフローチャートである。

【図5】筒内圧センサのデータをサンプリングする方法を示す説明図である。

【図6】熱発生率のパターンを改善するEGR制御の手順を説明するフローチャートである。

【図7】EGR率と回転変動との関係を気筒毎に示す説明図である。

【図8】熱発生率のパターンを整形する手順を説明するフローチャートである。

【図9】点火時期を気筒毎に定める方法についての説明図である。

【図 10】噴射時期を気筒毎に定める方法についての説明図である。

【図 11】気筒別点火時期制御の手順を説明するフローチャートである。

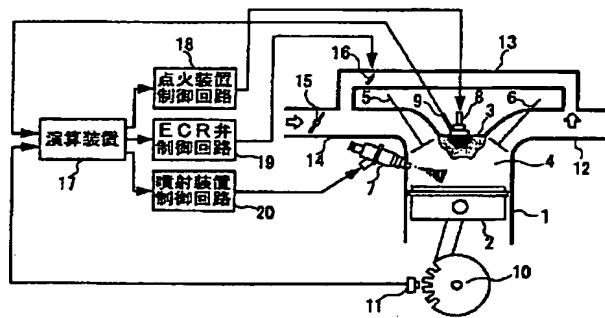
【図 12】噴射時期と燃焼期間の関係を示す説明図である。

【図 13】気筒別噴射時期制御の手順を説明するフローチャートである。

【図 14】吸気行程噴射率と燃焼期間の関係を示す説明図である。

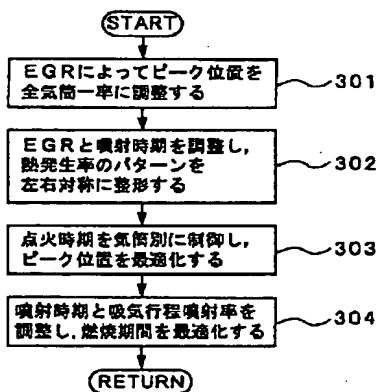
【図 1】

図 1



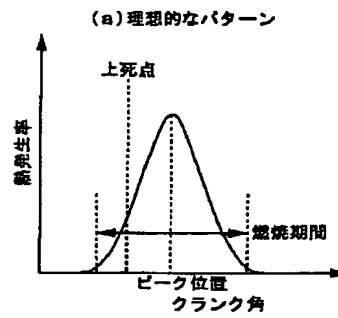
【図 3】

図 3

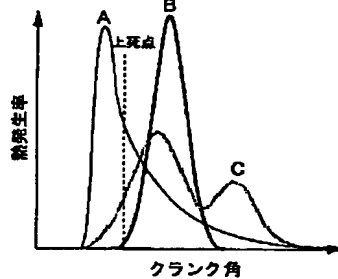


【図 2】

図 2

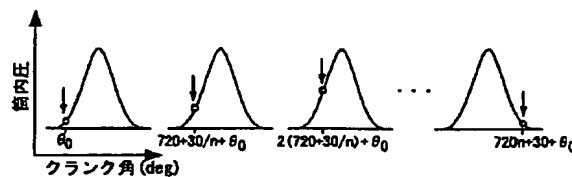


(b) 望ましくないパターン



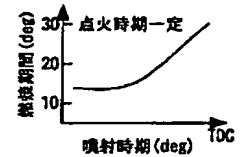
【図 5】

図 5



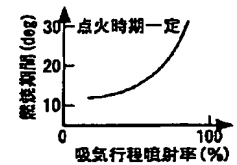
【図 12】

図 12



【図 14】

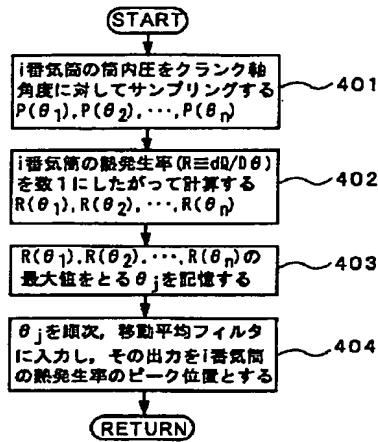
図 14





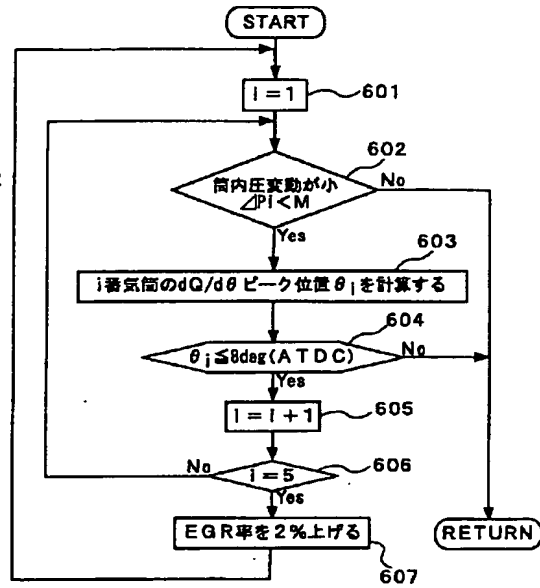
【図4】

図 4



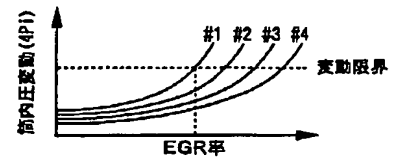
【図6】

図 6



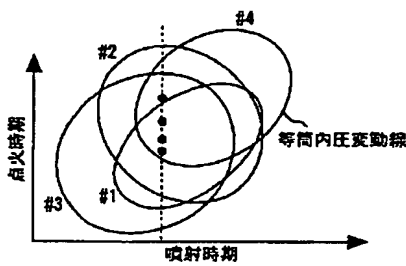
【図7】

図 7



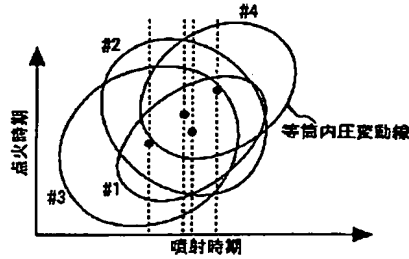
【図9】

図 9



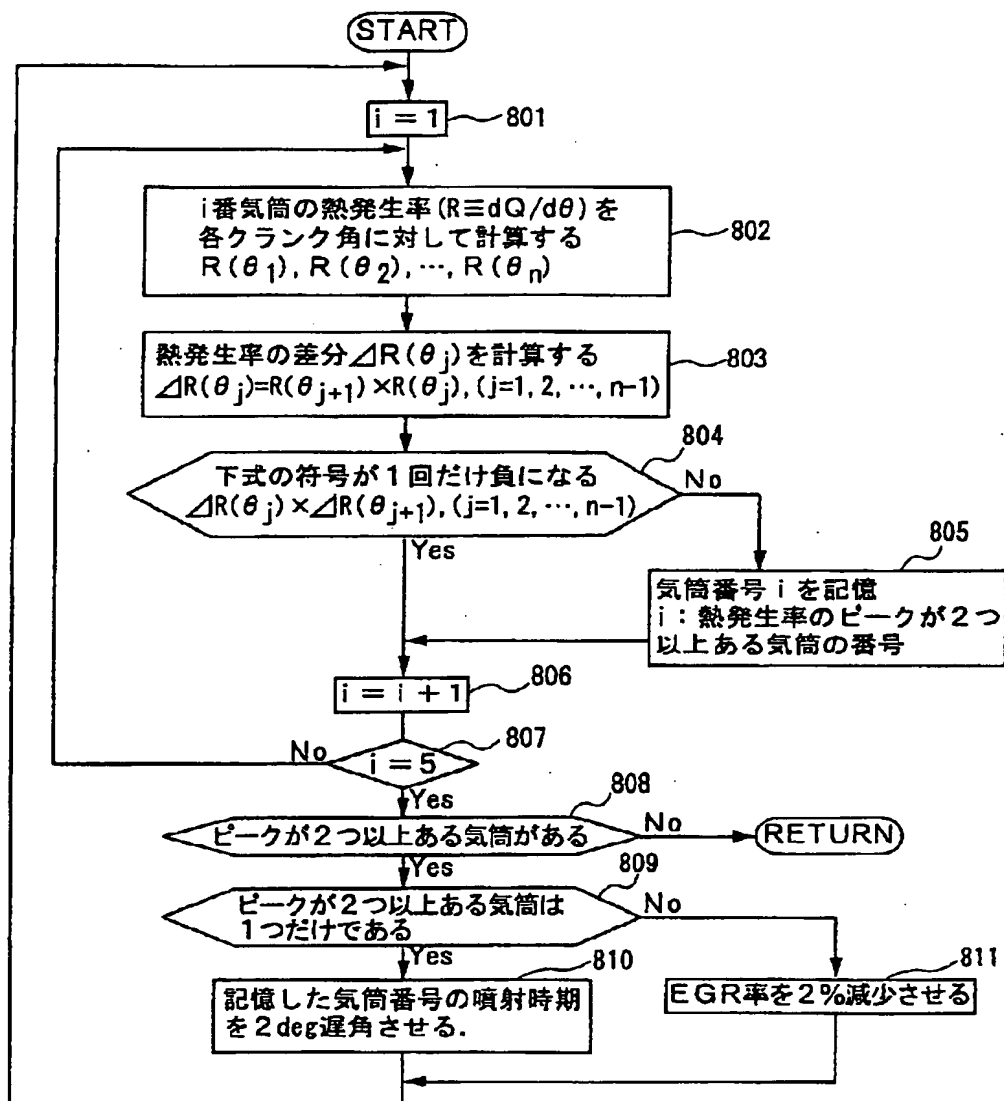
【図10】

図 10



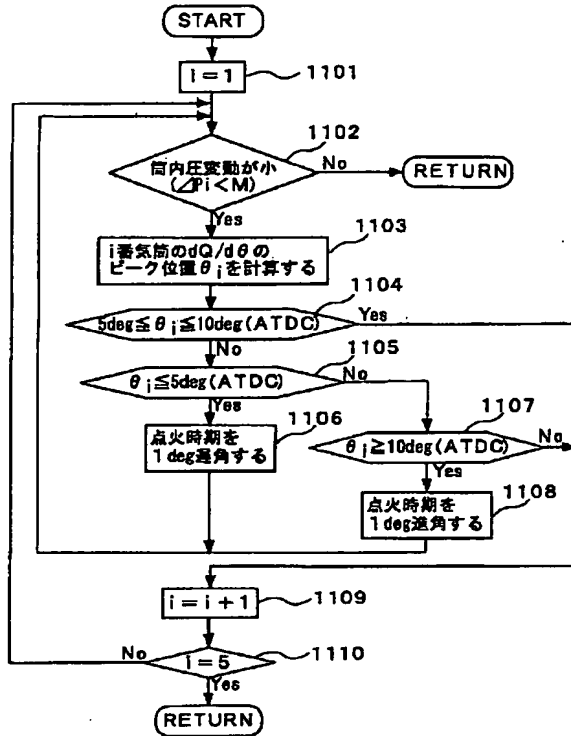
【図8】

図 8



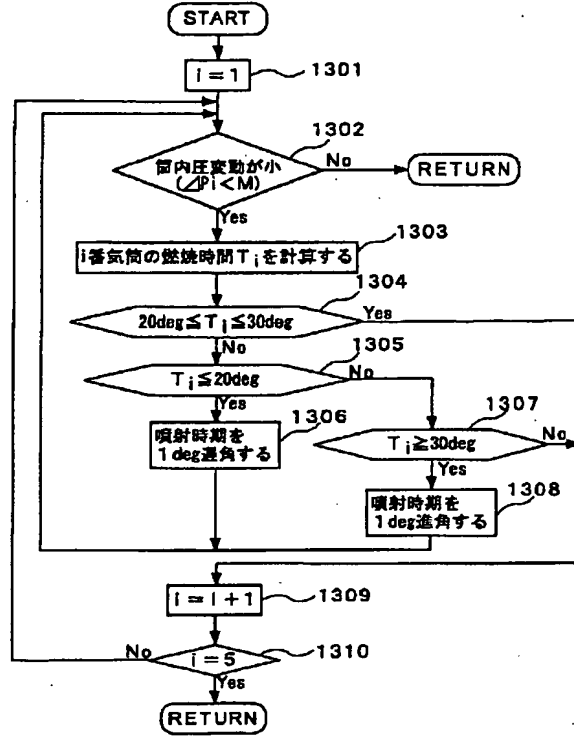
【図11】

図 11



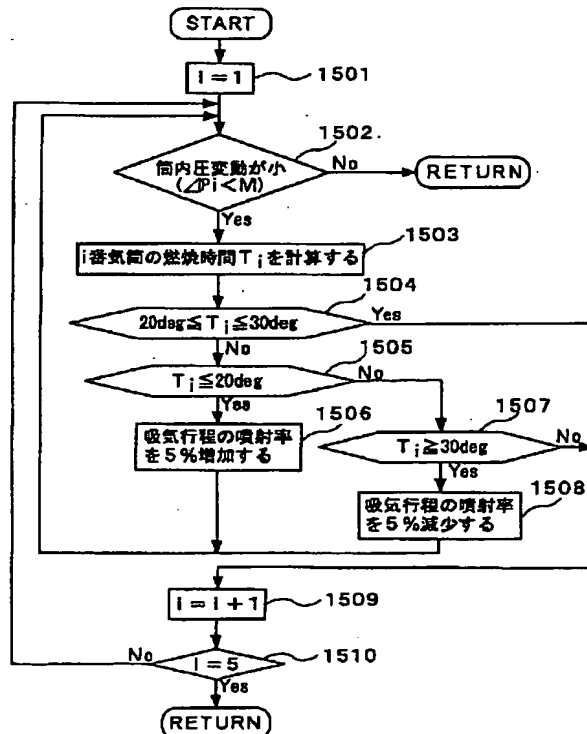
【図13】

図 13



【図15】

図 15



## . フロントページの続き

(51)Int. Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード* (参考)
F 0 2 M 25/07	5 5 0	F 0 2 M 25/07	5 5 0 F
F 0 2 P 5/152		F 0 2 P 5/15	D
5/153			
(72)発明者 大須賀 稔		F ターム (参考)	3G022 AA03 AA10 CA03 EA00 EA01
茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株			FA00 FA02 FA04 FA06 FA07
式会社日立製作所日立研究所内			GA01 GA05 GA15
(72)発明者 野木 利治			3G062 AA00 AA03 BA04 BA05 BA08
茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株			BA09 CA03 DA00 FA02 FA04
式会社日立製作所日立研究所内			FA05 FA06 FA13 GA06 GA18
(72)発明者 ▲高▼久 豊			3G084 AA00 AA03 BA13 BA15 BA17
茨城県ひたちなか市大字高場2520番地 株			BA20 BA23 DA02 DA10 EA04
式会社日立製作所自動車機器事業部内			EB06 EB12 EC04 FA21 FA33
			FA38
			3G092 AA01 AA06 AA11 AA17 BA09
			BB01 BB06 DA01 DA02 DA08
			EA00 EB05 EC01 EC09 FA15
			FA24 HC01X HC01Z HE01Z
			HE03Z
			3G301 HA01 HA04 HA06 HA13 HA19
			JA02 JA21 KA07 LA00 LA07
			LB04 MA18 MA26 NA09 NB03
			NB14 NC01 ND01 NE00 PC01A
			PC01Z PE01Z PE03Z

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-054889

(43)Date of publication of application : 22.02.2000

(51)Int.Cl.

F02D 41/04  
F02D 13/02  
F02D 45/00  
F02M 25/07  
F02P 5/152  
F02P 5/153

(21)Application number : 10-227835

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 12.08.1998

(72)Inventor : HOSHINO MASATOSHI

KURIHARA NOBUO

OSUGA MINORU

NOGI TOSHIJI

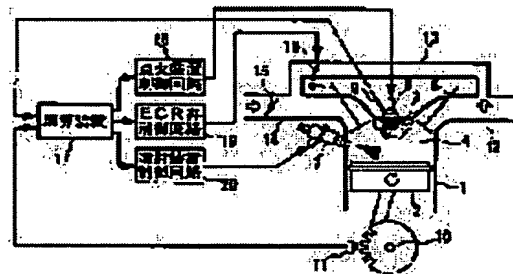
TAKAKU YUTAKA

## (54) ENGINE COMBUSTION CONTROL DEVICE

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To improve the combustion state with a small calculation quantity on the basis of the heat generating ratio of each cylinder under operation by operating the width or peak position of the waveform of a combustion pattern to directly control the combustion period having a great influence on the engine performance every cylinder.

**SOLUTION:** The ratio of the air passed through a throttle valve 15 to reflux gas is regulated by an EGR valve 16, and the signals of a cylinder internal pressure sensor 9 and a rotation sensor 11 mounted on a crank shaft 10 are inputted to an arithmetic device 17. The arithmetic device 17 outputs a command to an ignition device control circuit 18, an EGR control circuit 19 and an injection device control circuit 20 on the basis of these signals. An ignition device 8 and a fuel injection device 7 control the width or peak position of the waveform of a combustion pattern and the combustion period having a great influence on the engine performance every cylinder to make the torque or fuel consumption optimum.



---

**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination] 10.12.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

**\* NOTICES \***

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

**[Claim(s)]**

[Claim 1] A cylinder internal pressure detection means to detect the gas column internal pressure accompanying engine combustion, and a means to calculate the heat rate over the include angle of the crankshaft of a gas column based on the output from said cylinder internal pressure detection means, So that it may become the wave pattern which was able to define beforehand the gas column internal combustion glow condition pattern called for by said heat rate calculation means Ignition timing Fuel injection timing or the fuel oil consumption which can be set like an inhalation-of-air line or comparatively Or the engine combustion control system characterized by having the control means which controls the value about either of the gas flow controlled variable in a gas column, an EGR controlled variable, an inhalation-of-air valve timing controlled variable, or an exhaust air valve timing controlled variable at least.

[Claim 2] It is the engine combustion control system characterized by carrying out while being in the index value range which shows a value better than the predetermined value as which the index value concerning [ the combustion state control by said control means ] the combustion stability of said engine was beforehand determined in the engine combustion control system according to claim 1.

[Claim 3] The engine combustion control system characterized by reconfiguring said wave pattern for a predetermined include angle as a whole from the ignition timing of said engine while shifting [ whenever / predetermined crank angle ] the signal wave form from said cylinder internal pressure detection means every and sampling it for every predetermined rotation, when said cylinder internal combustion glow condition wave pattern is in steady operation condition within the limits defined beforehand in an engine combustion control system according to claim 1.

[Claim 4] It is the engine combustion control system characterized by sampling when said cylinder internal combustion glow condition wave pattern has said engine in an idle state in an engine combustion control system according to claim 3.

[Claim 5] It is the engine combustion control system characterized by considering as an equivalent for a steady operation condition beforehand based on a sampling in case said cylinder internal combustion glow condition wave pattern is in said idle state in an engine combustion control system according to claim 3.

[Claim 6] It is the engine combustion control system characterized by having in according to, respectively in the time of being in steady operation within the limits beforehand determined as the time of said wave pattern defined beforehand being in an idle state in an engine combustion control system according to claim 1.

[Claim 7] It is the engine combustion control system characterized by said wave pattern defined beforehand being bilateral symmetry to a peak location in an engine combustion control system according to claim 1.

[Claim 8] Said wave pattern defined beforehand is an engine combustion control system with which width of face whose peak location is 15 degrees from 3 times behind a top dead center at an angle of a crankshaft in an engine combustion control system according to claim 7, and said whose pattern is beyond a predetermined value is characterized by being 40 degrees from 20 degrees behind a top dead center at an angle of a crankshaft.

---

[Translation done.]



\* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] In order that it may improve fuel consumption and may stop the component for regulation under exhaust air, this invention detects the firing pressure in a gas column, controls the injection rate like the rate of exhaust air reflux, ignition timing and fuel injection timing, or an inhalation-of-air line, and relates to the control unit of the internal combustion engine by which the optimal combustion was got.

[0002]

[Description of the Prior Art] The regulation system to the fuel consumption and the exhaust gas of an automobile has been increasing severity in each country every year. For this reason, it has become common to control ignition timing and fuel quantity by the microcomputer according to that occasional operational status.

[0003] In order to carry out best [ of torque or the specific fuel consumption ] with the engine of port injection, it is known that what is necessary is just to make it include angle of the crankshaft which controls ignition timing suitably and gives the maximum cylinder internal pressure turn into 12 degrees behind a top dead center ("the optimal ignition timing feedback control method in a spark-ignition engine" besides Fujii and Kawai, before [ the Society of Automotive Engineers of Japan academic lecture meeting ] \*\* collection 954 (1995)). (It is hereafter called "the conventional technique 1".)

Moreover, JP,3-233162,A is asked for thermal efficiency based on the output of a cylinder internal pressure sensor, and there is a publication about what is operated in the field where engine effectiveness is large by controlling an EGR rate, ignition timing, and the fuel amount of supply. (It is hereafter called "the conventional technique 2".) JP,3-246352,A has the description about what combustion conditions, such as a flame failure, are detected for with high precision again by calculating a workload equivalent value from the engine amount of heat release and an engine peak location based on the output of a cylinder internal pressure sensor. [(It is hereafter called "the conventional technique 2".) 0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, invention of a publication controls the peak location of cylinder internal pressure on the conventional technique 1, invention given in the conventional technique 2 is a method based on the relation between the engine thermal efficiency of heat release, i.e., the amount, and the amount of heat loss, and invention of a publication calculates the average workload like a combustion line on the conventional technique 3 from the amount of heat release. It is not related with the heat rate itself any conventional technique of whose is a wave pattern showing a combustion condition. Although it became important to operate wave-like breadth width of face and a wave-like peak location, the heat rate, i.e., the combustion pattern, to whenever [ crank angle ], to control the combustion period which influences an engine performance greatly, said conventional technique does not correspond by so to speak operating these with an indirect means, and had the problem that it was not necessarily the reason in which the optimal control is possible.

[0005] The invention in this application is a method which is made in order to solve the problem of the above-mentioned conventional technique, and operates the wave pattern of said heat rate orthopedically directly. Therefore, the optimal combustion control becomes possible at small

computational complexity by connecting clearly the relation between a control input and pattern plastic surgery, and controlling separately wave-like breadth and a wave-like peak location.

[0006] As for a certain thing, thermal efficiency falls [ the peak of a heat rate ] more than two times like the thing with a short combustion period which has a high peak, or C like that in which the so-called afterburning has the rate of combustion immediately after ignition quickly as shown in A of drawing 2 (b), or B, and fuel consumption gets worse. Moreover, NOx for regulation and the discharge of HC also increase.

[0007] The purpose of this invention is offering the engine combustion control system which improves a combustion condition by small computational complexity based on the heat rate of each gas column, and makes fuel consumption and exhaust air the optimal during operation.

[0008]

[Means for Solving the Problem] A cylinder internal pressure detection means by which the above-mentioned purpose detects the gas column internal pressure accompanying engine combustion, A means to calculate the heat rate over the include angle of the crankshaft of a gas column based on the output from said cylinder internal pressure detection means, So that it may become the wave pattern which was able to define beforehand the gas column internal combustion glow condition pattern called for by said heat rate calculation means Ignition timing Fuel injection timing or the fuel oil consumption which can be set like an inhalation-of-air line or comparatively Or the engine combustion control system characterized by having the control means which controls the value about either of the gas flow controlled variable in a gas column, an EGR controlled variable, an inhalation-of-air valve timing controlled variable, or an exhaust air valve timing controlled variable at least can attain.

[0009]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the engine control system by this invention is explained to a detail using drawing. Drawing 1 is a part for the 1 cylinder of the 4-cylinder engine of the injection in a cylinder in the one example of this invention. There is a combustion chamber 4 which consists of a piston 2 and a cylinder 3 in this engine 1, and this combustion chamber 4 is equipped with the inlet valve 5 and the exhaust valve 6. A fuel injection equipment 7 is in the interior of a combustion chamber 4, and mainly injects a fuel by the compression stroke of an engine 1. The gaseous mixture of a combustion chamber is lit with an ignition plug 8. The cylinder 3 is equipped with the cylinder internal pressure sensor 9 which detects a pressure, and the pressure according to gas column can be detected now in a multiple cylinder engine. The crankshaft 10 is equipped with the rotation sensor 11 which measures an engine speed. A part of exhaust air which flows to an exhaust pipe 12 is returned to an inlet pipe 14 through the ring current way 13 from a combustion chamber 4. The rate of combustion and combustion temperature can fall by this, and an NOx discharge can be stopped. The ratio of the air and ring current gas which passed the throttle valve 15 is adjusted with the EGR valve 16. The signal of the cylinder internal pressure sensor 9 and the rotation sensor 11 attached in the crankshaft 10 is inputted into an arithmetic unit 17, and an arithmetic unit 17 takes out a command to the ignition control circuit 18, the EGR control circuit 19, and the injection device control circuit 20 based on these signals. Although an ignition 8 and a fuel injection equipment 7 are controllable according to a gas column, since ring current gas is returned to the upstream for which an inlet pipe 14 branches to each gas column, by EGR, an EGR rate becomes all gas columns and uniform control.

[0010] Change of the heat rate seen from whenever [ crank angle ] to drawing 2 is shown. A heat rate is [0011] from the signal and cylinder capacity of a cylinder internal pressure sensor.

[Equation 1]

$$\frac{dQ(\theta)}{d\theta} = A \frac{K(\theta)}{K(\theta)-1} P(\theta) \frac{dV(\theta)}{d\theta} + \frac{A}{K(\theta)-1} V(\theta) \frac{dP(\theta)}{d\theta} \quad \dots (数1)$$

A : 熱の仕事当量, K(θ) : 比熱比, V(θ) : 行程容積, P(θ) : 筒内圧

[0012] It is calculable in be alike. The ratio of specific beat can be decided by empty fuel consumption, and can be considered to be almost fixed about whenever [ crank angle ]. Moreover, cylinder capacity and the differential value about whenever [ crank angle ] are calculated from an

engine fundamental specification. If these are stored in ROM of an arithmetic unit 17 as data, the heat rate as an index of combustion is easily calculable from cylinder internal pressure data. As shown in (a) of drawing 2, a standup peak falls [ in the pattern of an ideal heat rate / from immediately after ignition / smoothly ] with termination of 5 - 10-degree delay, and explosion and combustion by whenever [ crank angle ] from TDC (top dead center). Right and left are almost symmetrical and the breadth of the pattern in which a combustion period is shown has about 20 - 30 good degrees. However, with the injection engine in a cylinder, a peak location may become earlier than a top dead center like A of (b) of early and drawing 2 in the rate of combustion. Then, if EGR is used in order to delay the rate of combustion and to bring close to the pattern of (a), combustion may be divided into two times like C, and the combustion which is a two-times eye will not become effective work. Moreover, if burn time is short even if a peak location is suitable like B, a cooling loss will be large and effectiveness will get worse.

[0013] Then, the outline of the processing for bringing the pattern of drawing 2 (b) close to ideal (a) is shown in the flow chart of drawing 3. This processing is performed based on the program stored in ROM in the arithmetic unit 17 of drawing 1. a fundamental view -- the introduction heat rate pattern -- EGR -- using -- all gas columns -- after adjusting roughly uniformly, the difference in a gas column is absorbed using controllable ignition timing and controllable fuel injection timing for every gas column. First, at step 301, the peak location of the heat rate of each gas column is moved to 5 - 10 degrees for example, behind a top dead center by EGR. When a heat rate becomes the pattern which has two peaks like C of drawing 2 (b) as a result of this processing, EGR and fuel injection timing are adjusted at step 302, and it operates orthopedically in a form with an one symmetrical peak. Next, ignition timing is controlled by step 303 according to a gas column, and the peak location of each gas column is optimized. Finally, at step 304, by adjustment of an injection rate, fuel injection timing and an inhalation-of-air line optimize the combustion period of each gas column, and obtain a pattern like drawing 2 (a). Moreover, since the ideal pattern of a heat rate changes a little with engine rotational frequencies and loads, some kinds of ideal patterns are prepared and are switched according to operational status.

[0014] Drawing 4 is a flow chart which shows how to calculate the peak location of the heat rate in a certain gas column. step 401 -- the output of a cylinder internal pressure sensor -- immediately after [ theta 1 ] ignition from -- theta[ when explosion finishes and a pressure declines ] n up to -- it samples synchronizing with whenever [ crank angle ], and P (theta 1), P (theta 2), ..., P (thetan) are obtained. As an example, n is 10 and thetan. It is set as 60 degrees after ignition. Next, at step 402, the heat rates R (theta 1), R (theta 2), ..., R (thetan) over each sample include angle are calculated by applying collected sample data to several 1. Crank angle [ which gives the maximum of the heat rate searched for at step 403 ] whenever thetai It memorizes to an arithmetic unit 17. Since an engine is intermittent firing, even if it is the same gas column, cylinder internal pressure differs for every explosion. Crank angle [ which was memorized ] whenever thetai Since the noise is overlapped and precision sufficient in one measurement is not acquired, let the moving average for 10 explosions be a peak location (step 404). Moreover, it asks from the cylinder internal pressure P (theta 1), P (theta 2), ..., P (thetan) which sampled the combustion period as well as a peak location synchronizing with whenever [ crank angle ]. The heat rates R (theta 1), R (theta 2), ..., R (thetan) over each sample include angle are calculated by applying these to several 1. Let the range of whenever [ crank angle / which a result becomes more than constant value ] be a combustion period. The moving average is taken also in this case and the effect of the difference for every explosion is removed.

[0015] In order to search for a heat rate as a pattern, the data of cylinder internal pressure are needed about at least 10 times about 1 explosion. The combustion period of 1 explosion is 600rpm, if it is about 30 degrees and converts into time amount. An idle is also about 8.3ms. It is extent. Calculating the peak location of a heat rate, after sampling ten or more outputs of a cylinder internal pressure sensor for every explosion depending on the engine performance of an arithmetic unit 17 has a difficult thing. Then, as shown in drawing 5, it can sample only once about 1 explosion and the cylinder internal pressure data of one explosion can be sampled equivalent by making timing to sample little by little late. Since the data of one explosion can be sampled equivalent by 10 explosions if [ drawing 5 ] n= 10, the loads of count decrease in number to 1/10. However, since an error becomes large in an engine transient, if the time with little rotation of an engine and change of

a load is chosen when the vehicle speed is fixed, the time of an idle, a precision fall will decrease. Moreover, in order to simplify processing, the sampling of cylinder internal pressure data and optimization of a heat rate also have the approach of limiting to the time of an idle, or predetermined operational status. In this case, in the operational status when optimizing, and different operational status, an error increases somewhat.

[0016] Below, how to optimize the heat rate shown with the flow chart of drawing 3 is described concretely in order.

[0017] The flow chart of EGR control is shown in drawing 6. It is the purpose to delay the rate of combustion because this processing enlarges an EGR rate for the pattern whose rate of combustion of A of drawing 2 (b) is too quick little by little. Here, a 4-cylinder engine is assumed and the peak location of rotation fluctuation and a heat rate is calculated from 1 cylinder [ every ] cylinder internal pressure. Step 601 is initialization and carries out processing below a 1 cylinder every. An EGR rate is increased, and although the rate of combustion changes with gas columns as it is shown in drawing 7, although it is delayable, cylinder internal pressure fluctuation also increases it. A gas column with the largest fluctuation increases an EGR rate in the range which does not exceed the fluctuation limitation decided from operability, ride quality, etc. Moreover, since fluctuation of cylinder internal pressure can be measured also as engine rotation fluctuation, fluctuation may be calculated from the rotation sensor attached in the crankshaft. Step 602 estimates cylinder internal pressure fluctuation, and if it is beyond a predetermined value, this processing will be finished immediately. The peak location of a heat rate pattern is calculated at step 603. If a peak location is 8 times or more behind a top dead center, this processing will be finished immediately (step 604). Step 605 is processing for moving to evaluation of the following gas column. If the peak location of the heat rate pattern of all gas columns is after [ less than ] a top dead center (for example, 8 degs) (step 606), in order to delay the rate of combustion, an EGR rate will be raised 2% at step 607, for example, and the above processing will be repeated at it.

[0018] When a peak is set to two like C of drawing 2 (b) as a result of the above-mentioned EGR control, the pattern of a heat rate is prepared by processing shown with the flow chart of drawing 8. Step 801 is initialization and carries out processing below a 1 cylinder every. First, a heat rate is calculated to each crankshaft include angle at step 802. At step 803, the difference about these crankshaft include angles is calculated. Change of the sign of said difference is counted at step 804. That is, it multiplies by the difference which adjoins each other about a crankshaft include angle, and if a result is negative, it corresponds to the variation of sign of difference. If two or more variation of sign is got blocked and there are two or more peaks of a heat rate, the gas column number will be memorized in memory at step 805. Processing moves to the following gas column at step 806. The number of the peaks of a heat rate is counted to all gas columns (step 807), and this processing is finished if the number of the peaks of each gas column is one (step 808). It prepares to the pattern which has only one peak because two or more peaks carry out 2deg lag of the fuel injection timing of the gas column, for example and raise the rate of combustion at step 810 if the number of some gas columns is one (step 809). Since a certain two or more gas columns are difficult for operating a pattern orthopedically for every gas column at a certain time, they reduce an EGR rate 2% in step 811, for example, and two or more peaks speed up the rate of combustion of all gas columns uniformly. Processing of these single strings is repeated with a predetermined period.

[0019] Since the pattern of the heat rate of each gas column approached a form like drawing 2 (a) in general, a peak location and a combustion period are controlled and it is made for torque and fuel consumption to become the optimal according to a gas column by the above processing after this. If ignition timing and fuel injection timing are made into a parameter, a cylinder internal pressure fluctuation line -- fluctuation of the cylinder internal pressure of each gas column becomes fixed -- can be drawn like drawing 9. In the gas column, although the location of a \*\*\*\* internal pressure fluctuation line and magnitude change with dispersion in a fuel injection equipment etc., if it operates near a \*\*\*\* internal pressure fluctuation line center, even if there will be least engine rotation fluctuation and it will see from a heat rate, it is an almost ideal pattern. In an initial state, since the individual difference of a gas column or a fuel injection equipment is unknown, although ignition timing and fuel injection timing are setup of all gas column identitases, first, they adjust ignition timing and are brought close to cylinder internal pressure fluctuation line centers, such as

each, for every gas column at drawing 9 . Next, it enables it to operate near [, such as each, ] a cylinder internal pressure fluctuation line center by moving fuel injection timing and adjusting a combustion period, as shown in drawing 10 . Thereby, the pattern of a heat rate like drawing 2 (a) can be obtained. Since it is not clear whether cylinder internal pressure fluctuation decreases if ignition timing and fuel injection timing are carried out what in fact, it is difficult to decide ignition timing and fuel injection timing with reference to cylinder internal pressure fluctuation. Then, by operating ignition timing and fuel injection timing according to a gas column, and controlling the peak location and combustion period of a heat rate to a predetermined pattern, while fuel consumption and exhaust air improve, cylinder internal pressure fluctuation also becomes small.

[0020] Drawing 11 is a flow chart which shows the procedure of ignition timing control. Step 1101 is initialization for processing a 1 cylinder every. At step 1102, when cylinder internal pressure fluctuation is larger than a predetermined value, processing is ended immediately. The peak location of a heat rate is calculated at step 1103. If the location of the peak of the gas column is located in the range where a combustion period is suitable, nothing will be done about the gas column (step 1104). When the location of a peak is late (step 1107), only a fixed include angle (for example, 1deg) carries out the tooth lead angle of the ignition timing at step 1108, and when too conversely early, the lag only of the fixed include angle (for example, 1deg) is carried out at step 1106. By repeating this processing, the peak location of all gas columns can be dedicated to the suitable range. It moves to processing of the following gas column at step 1109. If a peak location goes into the suitable range about all gas columns, step 1110 will be passed and processing will be completed.

[0021] There is monotonous relation like drawing 12 between a combustion period and fuel injection timing. The processing shown in the flow chart of drawing 13 adjusts a combustion period using this. Step 1301 is initialization for processing a 1 cylinder every. At step 1302, cylinder internal pressure fluctuation is evaluated, and when larger than a predetermined value, processing is ended immediately. When cylinder internal pressure fluctuation is said below predetermined value, at step 1303, the burn time of each gas column is found as a period which is whenever [ crank angle / whose heat rate is more than constant value ]. If the acquired combustion period is in the suitable range, nothing will be done about the gas column (step 1304). When a combustion period is short (step 1305), only a fixed include angle (for example, 1deg) carries out the lag of the fuel injection timing of the gas column at step 1306, and when long, the tooth lead angle only of the fixed include angle (for example, 1deg) is carried out at step (step 1307) 1308. The burn time of all gas columns can be dedicated to the suitable range by repeating this processing. It moves to processing of the following gas column at step 1309. If it goes into the range where the combustion period of all gas columns is suitable, step 1310 will be passed and processing will be completed.

[0022] With the injection engine in a cylinder, injection of a fuel may be divided into two times for fuel consumption and exhaust air, or improvement in ignitionability, and, in addition to the usual compression stroke, it may inject even like an inhalation-of-air line. When an inhalation-of-air line makes an injection rate the rate of the fuel quantity injected like an inhalation-of-air line among the fuel quantity injected in 1 cycle, there is monotonous relation to an injection rate as indicated in drawing 14 as a combustion period and an inhalation-of-air line. Processing as shown in drawing 15 based on this relation is carried out. Step 1501 is initialization for processing a 1 cylinder every. At step 1502, cylinder internal pressure fluctuation is evaluated, and when larger than a predetermined value, processing is ended immediately. When cylinder internal pressure fluctuation is said below predetermined value, at step 1503, the burn time of each gas column is found as a period which is whenever [ crank angle / whose heat rate is more than constant value ]. If the acquired combustion period is in the suitable range, nothing will be done about the gas column (step 1504). When a combustion period is short (step 1505), only constant value (for example, 5%) increases an injection rate for the inhalation-of-air line of the gas column at step 1506, and when long, only a fixed angle value (for example, 5%) decreases at (step 1507) and step 1508. By repeating this processing, the combustion period of all gas columns can be dedicated to the suitable range. It moves to processing of the following gas column at step 1509. If a combustion period goes into the suitable range about all gas columns, step 1510 will be passed and processing will be completed.

[0023]

[Effect of the Invention] According to this invention, the wave-like breadth width of face and the

wave-like peak location of the heat rate over whenever [ crank angle ], i.e., a combustion pattern, can be operated, and the combustion period which influences an engine performance greatly can be controlled directly for every gas column. By this, fuel consumption and exhaust air can be improved, and aggravation of fuel consumption or exhaust air can be prevented also to an engine, the individual difference of a gas column, secular change, etc., and the optimal combustion control can be realized.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

## DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the block block diagram showing 1 operation gestalt of the engine combustion control system by this invention.

[Drawing 2] It is the pattern which saw the heat rate used as the evaluation index of combustion for whenever [ crank angle / every ].

[Drawing 3] It is a flow chart explaining the procedure which optimizes a heat rate.

[Drawing 4] It is a flow chart explaining the procedure which calculates the peak location of a heat rate.

[Drawing 5] It is the explanatory view showing how to sample the data of a cylinder internal pressure sensor.

[Drawing 6] It is a flow chart explaining the procedure of EGR control of improving the pattern of a heat rate.

[Drawing 7] It is the explanatory view showing the relation between an EGR rate and rotation fluctuation for every gas column.

[Drawing 8] It is a flow chart explaining the procedure of operating the pattern of a heat rate orthopedically.

[Drawing 9] It is an explanatory view about the approach of setting ignition timing for every gas column.

[Drawing 10] It is an explanatory view about the approach of setting fuel injection timing for every gas column.

[Drawing 11] It is a flow chart explaining the procedure of the ignition timing control classified by gas column.

[Drawing 12] It is the explanatory view showing the relation between fuel injection timing and a combustion period.

[Drawing 13] It is a flow chart explaining the procedure of the fuel-injection-timing control classified by gas column.

[Drawing 14] An inhalation-of-air line is the explanatory view showing an injection rate and the relation of a combustion period.

[Drawing 15] It is a flow chart explaining the procedure of injection-rate control of the inhalation-of-air line according to gas column.

[Description of Notations]

1 -- engine, 2 -- piston, and 3 -- a cylinder, 4 -- combustion chamber, 5 -- inlet valve, and 6 -- an exhaust valve, 7 -- fuel injection equipment, 8 -- ignition, and 9 -- a cylinder internal pressure sensor, 10 -- crankshaft, 11 -- rotation sensor, and 12 -- an exhaust pipe, 13 -- ring current way, 14 -- inlet pipe, and 15 -- a throttle valve, a 16 --EGR valve, 17 -- arithmetic unit, and 18 -- an ignition control circuit, a 19 --EGR control circuit and 20 -- injection device control circuit.

---

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

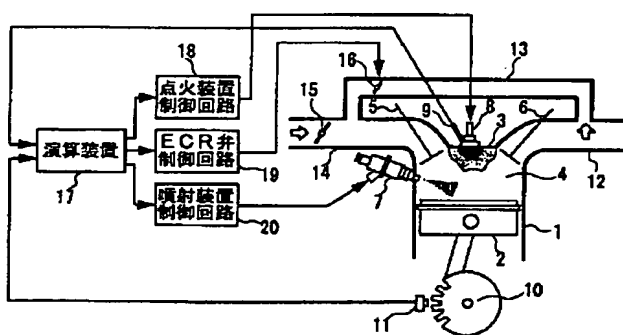
JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

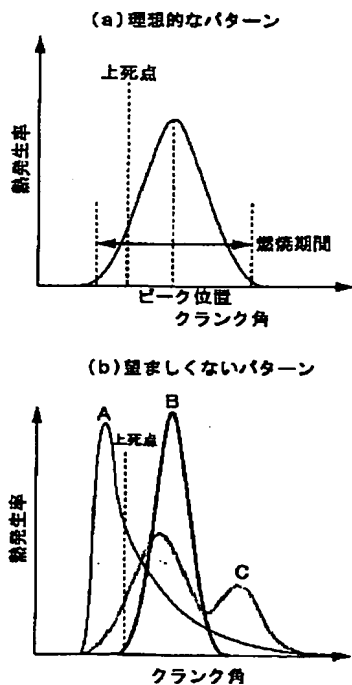
[Drawing 1]

図 1



[Drawing 2]

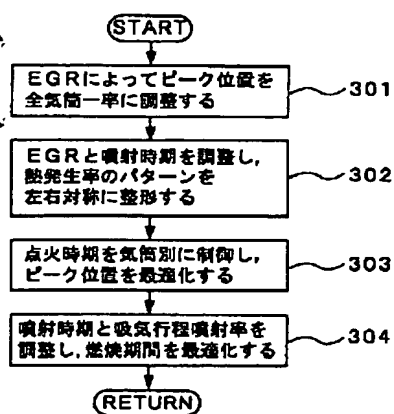
図 2



[Drawing 3]

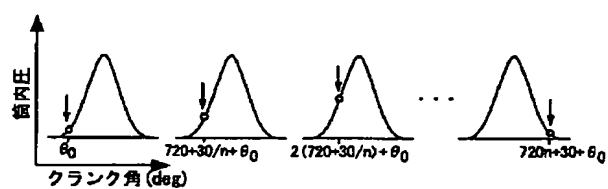


図 3



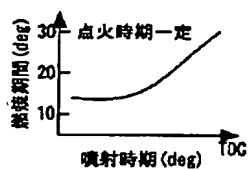
[Drawing 5]

図 5



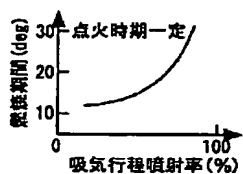
[Drawing 12]

図 12



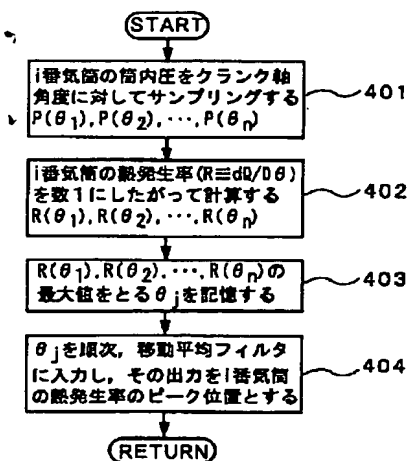
[Drawing 14]

図 14



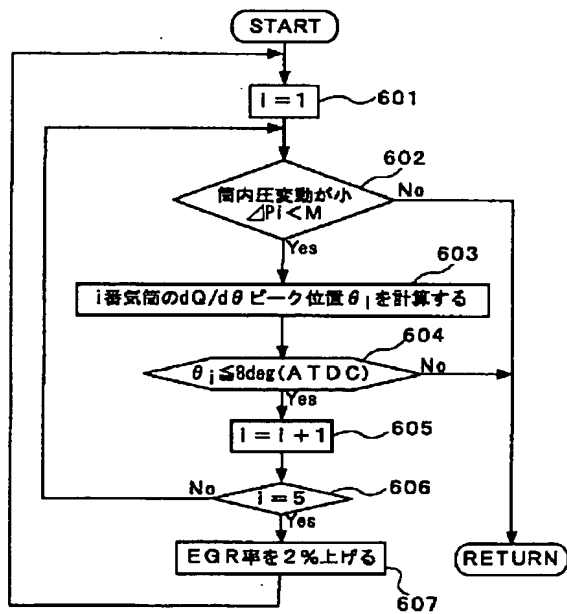
[Drawing 4]

図 4



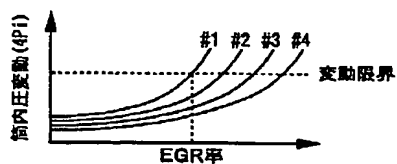
[Drawing 6]

図 6



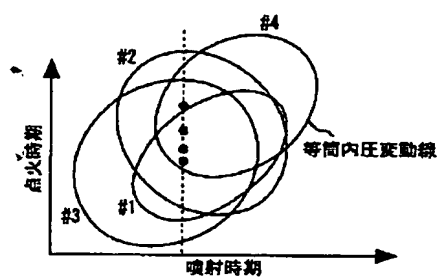
[Drawing 7]

図 7



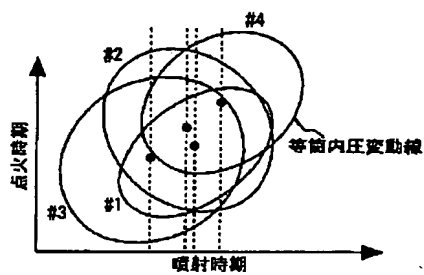
[Drawing 9]

图 9



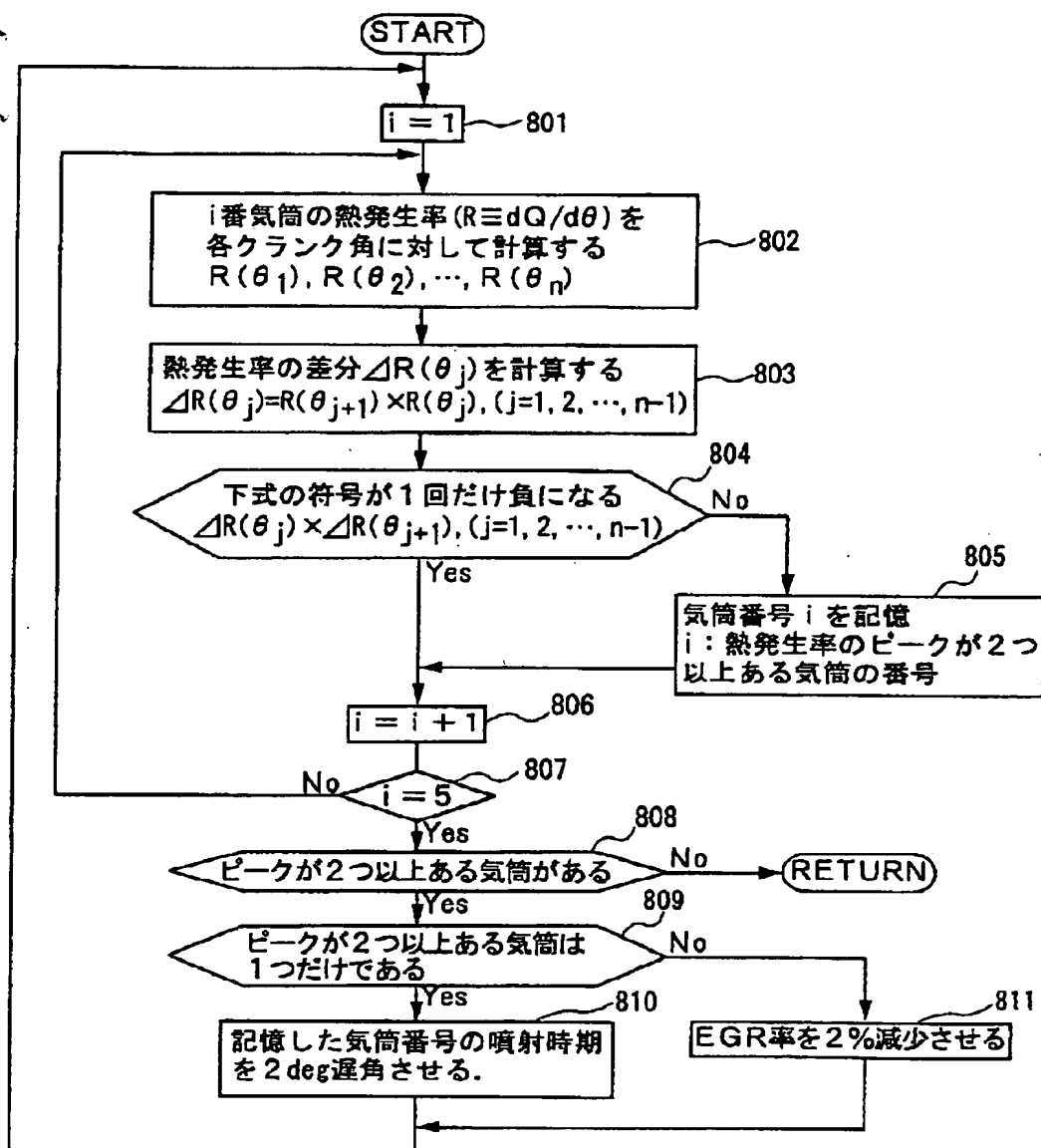
[Drawing 10]

图 10



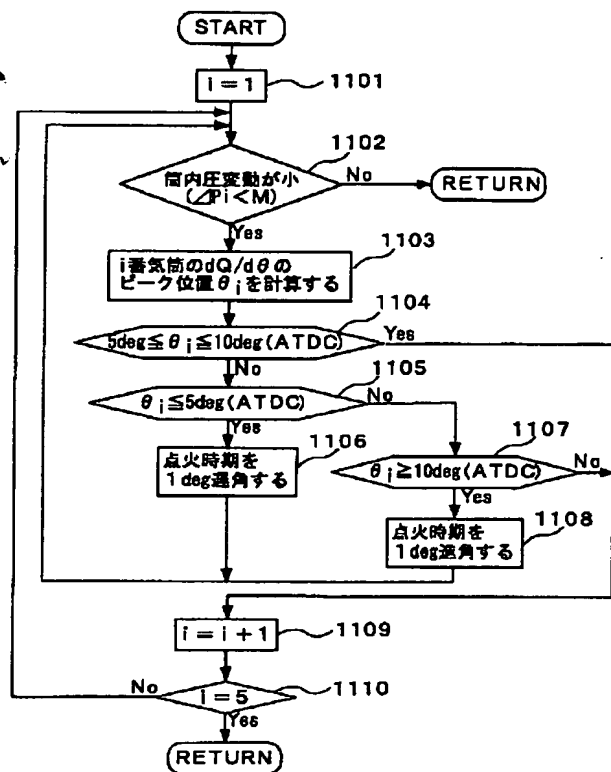
[Drawing 8]

図 8



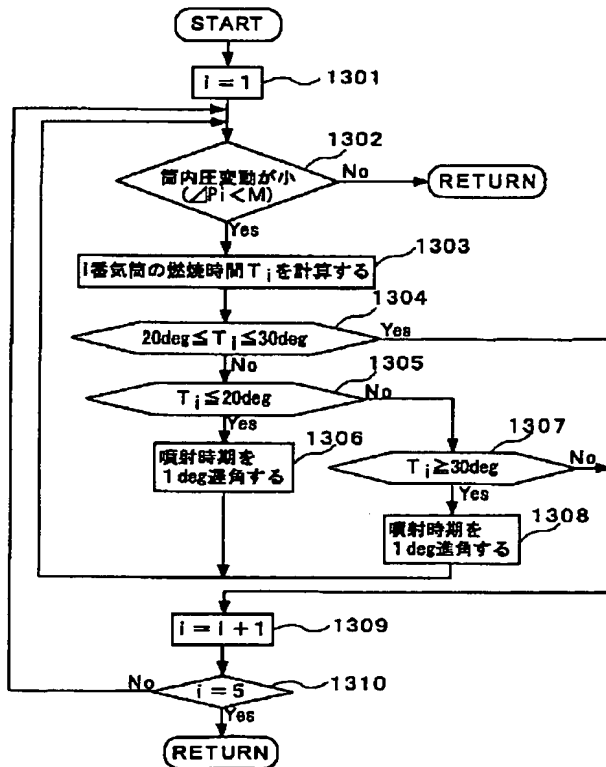
[Drawing 11]

図 11



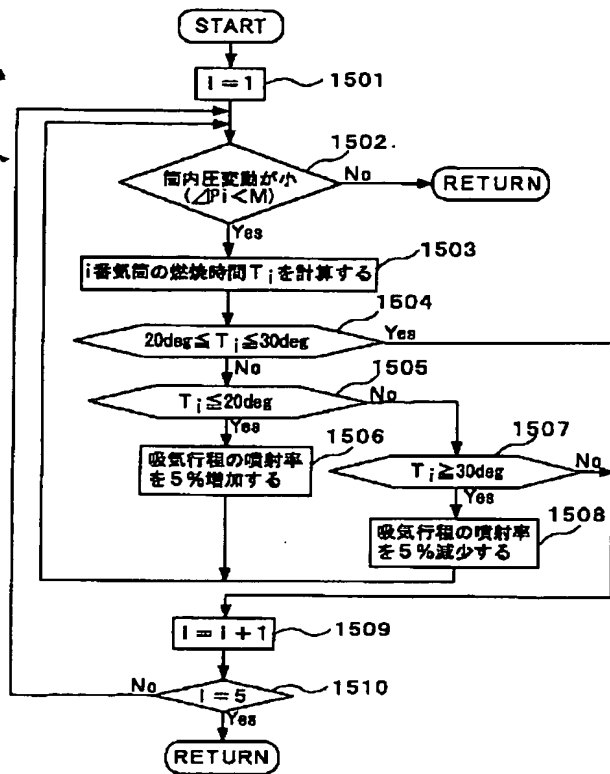
[Drawing 13]

図 13



[Drawing 15]

図 15



[Translation done.]